

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. November 2004 (04.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/094927 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F25B 9/14**,  
F28D 20/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/003944

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. April 2004 (15.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 18 510.0 24. April 2003 (24.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **LEYBOLD VAKUUM GMBH** [DE/DE]; Bonner  
Strasse 498, 50968 Köln (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HÄFNER, Hans-Ulrich** [DE/DE]; Nibelungenweg 11, 50996 Köln (DE).  
**SCHNACKE, Ernst** [DE/DE]; Merheimer Strasse 165,  
50733 Köln (DE). **THUMMES, Günter** [DE/DE]; Hasen-  
winkel 66, 22559 Hamburg (DE).

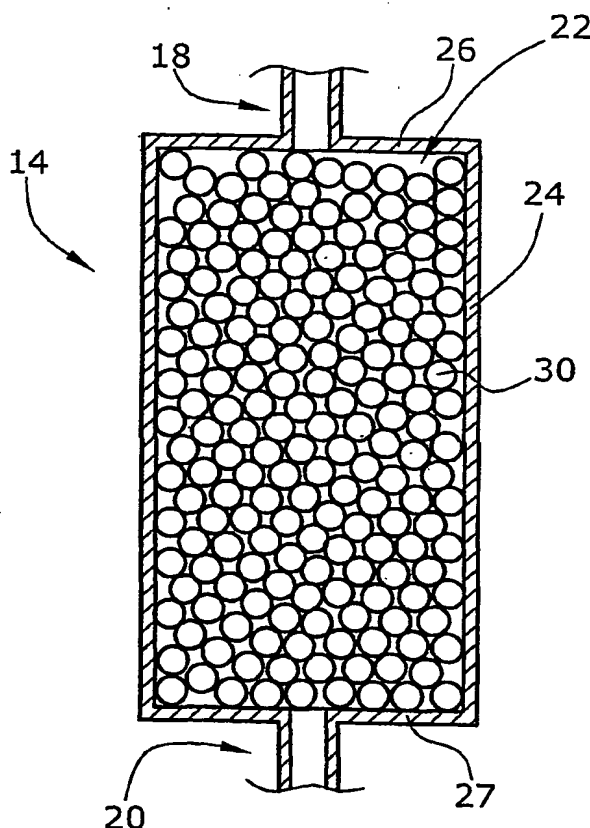
(74) Anwälte: **SELTING, Günther** usw.; Deichmannhaus am  
Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT-STORING MEDIUM

(54) Bezeichnung: WÄRMESPEICHERMITTEL



(57) Abstract: The inventive heat-storing medium for a very low temperature range consists of a set (22) of pourable, gas tight, closed, hollow bodies (30). Each hollow body (30) has a filling (34) consisting of a low-boiling gas which is in the form of a storage medium and the wall of the hollow body (32) is made of metal. As a result, a relatively economical heat-storing medium is produced whose physical, chemical, magnetic and mechanical properties can be adapted to the respective use thereof by selecting material in a corresponding manner.

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemässe Wärmespeichermittel für einen sehr niedrigen Temperaturbereich besteht aus einem Satz (22) schüttbarer und gasdicht geschlossener Hohlkörper (30), wobei jeder Hohlkörper (30) als Speichermedium eine Füllung (34) aus einem tiefsiedenden Gas aufweist und die Hohlkörperwand (32) aus Metall besteht. Hierdurch wird ein relativ preiswertes Wärmespeichermittel zur Verfügung gestellt, dessen physikalische, chemische, magnetische und mechanische Eigenschaften durch eine entsprechende Materialwahl an die jeweilige Anwendung angepasst werden können.



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Wärmespeichermittel

Die Erfindung bezieht sich auf ein Wärmespeichermittel für einen Tieftemperaturbereich, auf einen Regenerator für Tieftemperatur-Refrigeratoren sowie auf einen Tieftemperatur-Refrigerator.

Tieftemperatur-Refrigeratoren sind in der Regel mehrstufige Gaskältemaschinen, mit denen Temperaturen im Bereich von unter 15 Kelvin erzeugt werden. Derartige Gaskältemaschinen arbeiten nach verschiedenen Verfahren, beispielsweise nach dem Gifford-McMahon-, nach dem Stirling- oder dem Pulse-Tube-Verfahren. Unabhängig von den Arbeitsverfahren ist diesen Refrigeratoren

- 2 -

gemeinsam, dass sie im Bereich eines sogenannten Kaltkopfs zwischen der Warmseite und der Kaltseite ein vom Arbeitsfluid durchströmtes Volumen aufweisen, welches mit dem Wärmespeichermittel gefüllt ist und Regenerator genannt wird. Der Regenerator wird von einem Arbeitsfluid in beiden Richtungen alternierend durchströmt und dient als Zwischenspeicher für von dem Arbeitsfluid aufgenommene bzw. an dieses abgegebene Wärme. Der Regenerator dient also einer thermischen Separierung zwischen dem Arbeitsfluid im Kaltraum von demjenigen im kompressorseitigen Warmraum. Der Regenerator muss dafür im Vergleich zum durchströmenden Fluid über eine möglichst hohe Wärmekapazität verfügen. Während für Temperaturen bis 15 Kelvin als Wärmespeichermittel in dem Regenerator Edelstahl, Bronze, Blei oder andere Metallkörper verwendet werden können, ist dies für deutlich darunter liegende Temperaturen nicht möglich, da die spezifische Wärmekapazität dieser Metalle gegenüber der des Heliums ab 30 Kelvin abwärts drastisch abnimmt und im Bereich von unter 5 Kelvin sich der Null annähert. Für sehr niedrige Temperaturbereiche, also im Bereich von unter 15 Kelvin werden daher als Wärmespeichermittel in dem Regenerator Schüttkörper aus Selten-Erd-Verbindungen eingesetzt, wie beispielsweise in EP-A-0 411 591 beschrieben. Nachteilig an der Verwendung von Selten-Erd-Verbindungen ist ihr Magnetismus, der bei Anwendungen in starken Magnetfeldern, beispielsweise in Kernspintomographen, problematisch ist. Ferner sind Selten-Erdverbindungen oxidationsempfindlich, neigen wegen ihrer teilweisen Sprödigkeit beim Auftreten von Vibrationen zum Zerbrechen und sind teuer.

- 3 -

Auch Helium und andere tiefsiedende Gase sind als Speichermedium für sehr niedrige Temperaturbereiche geeignet. So hat beispielsweise Helium im Bereich von unter 15 Kelvin eine hohe spezifische Wärmekapazität mit einem druckabhängigem Maximum bei ungefähr 9 Kelvin, die damit in diesem Temperaturbereich weit über der Wärmekapazität von Metallen liegt. Aus DE-A-199 24 184 ist ein Regenerator bekannt, in dem als Wärme-Speichermedium Helium verwendet wird, das, ähnlich wie bei einem Wärmetauscher, in einer Rohrspirale oder einem Rohrbündel in dem Regenerator-Gehäuse stationär gelagert ist. Alternativ hierzu kann das Regenerator-Gehäuse mit dem Speichermedium Helium gefüllt sein, während das Arbeitsfluid das Regenerator-Gehäuse in Rohren durchströmt.

Versuche mit derartig konstruierten Regeneratoren ergaben jedoch, dass eine angestrebte Temperatur von 4,2 Kelvin nicht erreicht werden konnte, was auf den hohen Wärmeeintrag durch das metallische Spiral- bzw. Rohrmaterial und die zu geringe Kontaktfläche zurückzuführen ist.

In US-A-4,359,872 ist als Wärmespeichermittel eine Schüttung aus mit Helium gefüllten Glaskugeln beschrieben. Die Wandstärke der Glaskugeln muss relativ groß sein, um bei dem erforderlichen Innendruck und der niedrigen Temperatur ausreichende Festigkeit aufzuweisen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Wärmespeichermittel mit einer hohen Wärmekapazität in einem sehr niedrigen Temperaturbereich, einen Regenerator und einen Tieftemperatur-Refrigerator mit einem Wärmespeichermittel hoher Wärmekapazität für sehr niedrige Temperaturen zu schaffen.

- 4 -

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1, 10, 11 bzw. 12.

Das erfindungsgemäße Wärmespeichermittel für einen Tieftemperaturbereich, d.h. für Temperaturen unter 15 Kelvin, besteht aus einem für das Arbeitsfluid durchlässigen Satz gasdicht geschlossener Hohlkörper, wobei jeder Hohlkörper als Speichermedium eine Füllung aus einem tiefsiedenden Gas aufweist. Tiefsiedende Gase sind Gase, die einen Siedepunkt unterhalb 30 Kelvin haben. Dies trifft beispielsweise auf die Gase Wasserstoff, Helium und Neon, und zwar auf alle ihre Isotope zu. Tiefsiedende Gase haben naturgemäß bei niedrigen Temperaturen eine relativ hohe spezifische Wärmekapazität und sind daher gut geeignet als Speichermedium bei Temperaturen unterhalb von 30 Kelvin. Tiefsiedende Gase sind relativ preiswert und können in einem Hohlkörper mit einer Hohlkörperwand aus nicht magnetischem, mechanisch geeignetem, nicht oxidierendem und preiswertem Material eingeschlossen sein. Das Wärmespeichermittel kann also hinsichtlich seiner chemischen, mechanischen und magnetischen Eigenschaften an die Anwendung konstruktiv angepasst werden. Ferner weisen die gasdicht geschlossenen Hohlkörper gegenüber Rohren bzw. Spiralen eine erheblich größere Oberfläche auf, über die der Wärmeaustausch stattfindet. Hierdurch wird die Wärmeübertragung erheblich begünstigt.

Vorzugsweise ist das Speichermedium eine Hohlkörper-Füllung aus Helium. Unter einer Helium-Füllung ist eine Füllung mit einem Helium-Isotop zu verstehen, beispielsweise mit  $^3\text{He}$  oder  $^4\text{He}$ . Das Speichermedium Helium hat bei Temperaturen unter 15

- 5 -

Kelvin eine relativ hohe spezifische Wärmekapazität und ist daher gut geeignet als Speichermedium bei Temperaturen bis hinab in den Bereich 2 Kelvin. Helium ist ferner preiswert erhältlich.

Vorzugsweise weist die Heliumfüllung bei einer Temperatur von 4 Kelvin einen Druck von über 0,5 bar, insbesondere einen Druck oberhalb des kritischen Drucks auf. Bei einem Druck der Heliumfüllung von mehr als 0,5 bar wird eine absolute Wärmekapazität realisiert, die die auftretenden Wärmemengen in einem relativ kleinen Regenerator speichern kann. Ein derartiger Regenerator ist im Vergleich zu metallischen Wärmespeichern sehr kompakt.

Vorzugsweise sind das Material und die Wandstärke der Hohlkörperwand so gewählt, dass die thermische Eindringtiefe mindestens eine Wandstärke beträgt. Die thermische Eindringtiefe  $\mu$  ergibt sich aus der Gleichung

$$\mu = \sqrt{2 \frac{a}{f_{\text{mod}}}}$$

wobei  $a$  die Temperaturleitfähigkeit des gewählten Hohlkörperwand-Materials bei der Arbeitstemperatur (beispielsweise 2 Kelvin) ist und  $f_{\text{mod}}$  die Modulationsfrequenz ist, mit der das Arbeitsgas das Wärmespeichermittel zyklisch alternierend durchströmt. Die Arbeitsfrequenz  $f_{\text{mod}}$  ist dabei für Tieftemperatur-Refrigeratoren mit 1,0 bis 10,0 Hz anzunehmen.

Die Wand des Hohlkörpers besteht aus Metall. Metalle und auch Metalllegierungen weisen eine gute Wärmeleitfähigkeit auf und

- 6 -

haben gute mechanische Eigenschaften, wodurch wiederum eine geringe Hohlkörperwandstärke realisiert werden kann. Die Hohlkörperwand kann aus Kupfer, Aluminium, Silber, Messing, Stahl oder aus anderen Metallen oder Metalllegierungen bestehen. Die Hohlkörperwand kann alternativ auch aus Keramik bestehen.

Durch die Wahl nicht-ferromagnetischer Metalle für die Hohlkörperwand kann ein Wärmespeichermittel zur Verfügung gestellt werden, das auch ohne weitere Maßnahmen für den Einsatz in starken Magnetfeldern, beispielsweise für den Einsatz in Kernspintomographen u.ä. geeignet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist jeder Hohlkörper einen Durchmesser von weniger als 3,0 mm auf. Bei Durchmessern von weniger als 3,0 mm hat ein Satz von Hohlkörpern eine so große volumenspezifische Oberfläche, dass eine ausreichend schnelle Wärmeaufnahme bzw. -abgabe sichergestellt ist. Typische Durchmesser sind 0,2 bis 0,7 mm.

Vorzugsweise weist jeder Hohlkörper annähernd eine Kugelform auf. Durch die Wahl der Kugelform ist in der Hohlkörperschüttung ein über das gesamte Schüttungsvolumen ungefähr gleichbleibendes definiertes Verhältnis zwischen Hohlkörperoberfläche, Gesamt-Hohlkörpervolumen und Schüttungsvolumen sichergestellt.

Ein erfindungsgemäßer Regenerator weist ein Gehäuse auf, das mit dem oben beschriebenen Wärmespeichermittel gefüllt ist.

Ein erfindungsgemäßer Tieftemperatur-Refrigerator weist den vorgenannten Regenerator auf und ist als regenerativer Kreis-

- 7 -

prozess, vorzugsweise als Gifford-McMahon-, Stirling- oder Pulse-Tube-Refrigerator ausgebildet, wobei als Arbeitsfluid Helium verwendet wird. Es wird also sowohl als Speichermedium Helium als auch, getrennt hiervon, als Arbeitsfluid Helium verwendet.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Refrigerators,

Fig. 2 einen Schnitt durch einen Refrigerator-Regenerator mit einer Füllung aus einem Satz heliumgefüllter Hohlkörper, und

Fig. 3 einen Schnitt durch einen heliumgefüllten Hohlkörper.

In Figur 1 ist schematisch ein Refrigerator 10 dargestellt, der als wesentliche Komponenten einen Kompressor 12, einen Regenerator 14 und einen einen Kaltkopf aufweisenden Expansionsraum 16 aufweist. Der Kompressor 12 sowie der Regenerator 14 und der Expansionsraum 16 sind durch Leitungen 18, 20 miteinander verbunden.

Durch den Kompressor 12 wird ein Arbeitsfluid, vorzugsweise Helium, verdichtet und ggf. vorgekühlt. Anschließend läuft das verdichtete Arbeitsfluid durch die Gasleitung 18 und durch den Regenerator 14, in dem es Wärme an ein in dem Regenerator 14 befindliches Wärmespeichermittel abgibt. Das Arbeitsfluid

fließt weiter in den Expansionsraum 16 und wird dort einer Entspannung unterzogen. Das dabei sich abkühlende Arbeitsfluid nimmt insbesondere über eine Kaltfläche Wärme aus der Umgebung auf und wird anschließend durch die Leitung 20 wieder zurück zum Regenerator 14 geführt. Beim Durchströmen des Regenerators 14 nimmt das Arbeitsfluid in dem Wärmespeichermittel gespeicherte Wärme auf und wird durch die Leitung 18 wieder dem Kompressor 12 zugeführt. Der Regenerator 14 dient der thermischen Isolierung zwischen Kompressor 12 und Expansionsraum 16.

Der Refrigerator 10 kann als Gifford-McMahon-, Stirling- oder Pulse-Tube-Refrigerator ausgebildet sein, kann jedoch grundsätzlich auch nach einem anderen regenerativen Zyklus arbeiten, wobei zur Wärmezwischenspeicherung in einem Tieftemperaturbereich ein Regenerator 14 eingesetzt wird. Unter einem Tieftemperaturbereich sind Temperaturen zwischen 0 und 15 Kelvin zu verstehen.

Der in Figur 2 im Längsschnitt dargestellte Regenerator 14 wird im Wesentlichen gebildet von einem zylinderförmigen oder ovalen Gehäuse 24, an dessen querseitigen Gehäusewänden 26, 27 die Leitungen 18, 20 münden. Das Regenerator-Gehäuse 24 weist als Wärmespeichermittel einen für das Arbeitsfluid gasdurchlässigen Satz 22 schüttbarer und gasdicht geschlossener Hohlkörper 30 auf. Der Regenerator 14 kann homogen oder geschichtet mit verschiedenen Schichten verschiedener Wärmespeichermittel gefüllt sein.

Alle Hohlkörper 30 sind annähernd gleich groß ausgebildet und haben annähernd Kugelform. Die Schüttung kann aber auch aus einer Mischung von Hohlkörpern verschiedener Durchmesser

gebildet werden. Die Hohlkörperwand 32 besteht aus Kupfer oder aus einem anderen Metall oder einer Metalllegierung und weist eine Stärke von ungefähr 0,2 mm oder weniger auf. Der Durchmesser eines Hohlkörpers 30 beträgt 0,2 bis 2,0 mm, kann jedoch auch größer, jedoch nicht größer als 3,0 mm sein. Der Hohlkörper 30 ist gasdicht geschlossen und weist eine Füllung 34 aus Helium auf. Die Heliumfüllung 34 weist bei Raumtemperatur einen Druck von ungefähr 200 bar und bei einer Temperatur von 4 Kelvin einen Druck von mehreren bar auf. Die mit der Heliumfüllung 34 gefüllten Hohlkörper 30 können beispielsweise durch ein Herstellungsverfahren erzeugt werden, bei dem Tropfen des geschmolzenen Hohlkörperwand-Materials eine mit Heliumgas gefüllte Kühlkammer durchlaufen. Die Füllung der Hohlkörper kann aus einem einzigen oder einer Mischung der verschiedenen Helium-Isotope oder aber aus Isotopen des Wasserstoffes oder Neons oder einer Mischung aus den vorgenannten Elementen gebildet werden. Die Wahl des Materiales für die Hohlkörperwand, die Modulationsfrequenz, mit der das Arbeitsgas den Regenerator alternierend durchströmt, sowie die Wandstärke des Hohlkörpers müssen so gewählt sein, dass die Eindringtiefe  $\mu$  mindestens das einfache der Wandstärke beträgt. Die Eindringtiefe  $\mu$  ergibt sich aus der Gleichung

$$\mu = \sqrt{2 \frac{a}{f_{mod}}}$$

wobei  $a$  die Temperaturleitfähigkeit des gewählten Hohlkörperwand-Materiales bei der Arbeitstemperatur (beispielsweise 4 Kelvin) ist und  $f_{mod}$  die Modulationsfrequenz ist, mit der das Arbeitsgas das Wärmespeichermittel zyklisch alternierend

- 10 -

durchströmt. Die Arbeitsfrequenz  $f_{\text{mod}}$  ist dabei bei Tieftemperatur-Refrigeratoren beispielsweise mit ca. 1,0 Hz anzunehmen.

Das von den gasdicht geschlossenen und eine Heliumfüllung aufweisenden Hohlkörpern 30 gebildete Wärmespeichermittel weist gerade in dem sehr niedrigen Temperaturbereich von weniger als 15 Kelvin aufgrund der hohen spezifischen Wärmekapazität von Helium in diesem Temperaturbereich eine hohe absolute Wärmespeicherkapazität in einem kleinen Volumen auf. Durch die Wahl eines geeigneten Metalles für die Hohlkörperwand 32 kann das Wärmespeichermittel in Bezug auf seine elektrischen, mechanischen und chemischen Anforderungen für jede Anwendung optimal angepasst werden, beispielsweise können für die Kühlung in Kernspintomographen nichtmagnetische Materialien für die Hohlkörperwand gewählt werden.

Neben den heliumgefüllten Hohlkörpern 30 können in dem Regenerator-Gehäuse auch andere Wärmespeicherelemente in separaten Schichten oder vermischt mit den heliumgefüllten Hohlkörpern 30 vorhanden sein, beispielsweise Wärmespeicherelemente aus Seltenen Erd-Legierungen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Wärmespeichermittel für einen Tieftemperaturbereich, bestehend aus einem Satz (22) schüttbarer Körper, wobei die Körper gasdicht geschlossene Hohlkörper (30) sind und jeder Hohlkörper (30) als Speichermedium eine Füllung (34) aus einem tiefsiedenden Gas aufweist,  
  
dadurch gekennzeichnet,  
  
dass die Hohlkörperwand (32) aus Metall besteht.
2. Wärmespeichermittel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlkörperwand (32) aus Kupfer besteht.
3. Wärmespeichermittel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Material und die Wandstärke der Hohlkörperwand (32) so gewählt sind, dass die thermische Eindringtiefe mindestens eine Wandstärke beträgt.
4. Wärmespeichermittel nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Speichermedium eine Füllung (34) aus Helium ist.
5. Wärmespeichermittel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Heliumfüllung (34) bei einer Temperatur von 4 K einen Druck von mehr als 0,5 bar aufweist.
6. Wärmespeichermittel nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Heliumfüllung (34) bei Raumtemperatur einen Druck von annähernd 200 bar aufweist.

- 12 -

7. Wärmespeichermittel nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandstärke der Hohlkörperwand (32) kleiner als 1,0 mm ist.
8. Wärmespeichermittel nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper (30) annähernd eine Kugelform hat.
9. Wärmespeichermittel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlkörper (30) einen Durchmesser von weniger als 3,0 mm hat.
10. Wärmespeichermittel für einen Tieftemperaturbereich, bestehend aus einem Satz (22) schüttbarer Körper, wobei die Körper gasdicht geschlossene Hohlkörper (30) sind und jeder Hohlkörper (30) als Speichermedium eine Füllung (34) aus einem tiefsiedenden Gas aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlkörperwand (32) aus Keramik besteht.
11. Regenerator (14) für einen Tieftemperatur-Refrigerator (10), mit einem Gehäuse (24), das mit dem Wärmespeichermittel (22) nach einem der Ansprüche 1-10 gefüllt ist.
12. Tieftemperatur-Refrigerator (10) mit einem Regenerator (14) nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch seine Ausbildung als Gifford-McMahon-, Stirling- oder Pulse-Tube-Refrigerator, wobei als Arbeitsfluid Heliumgas verwendet wird.

- 1/1 -

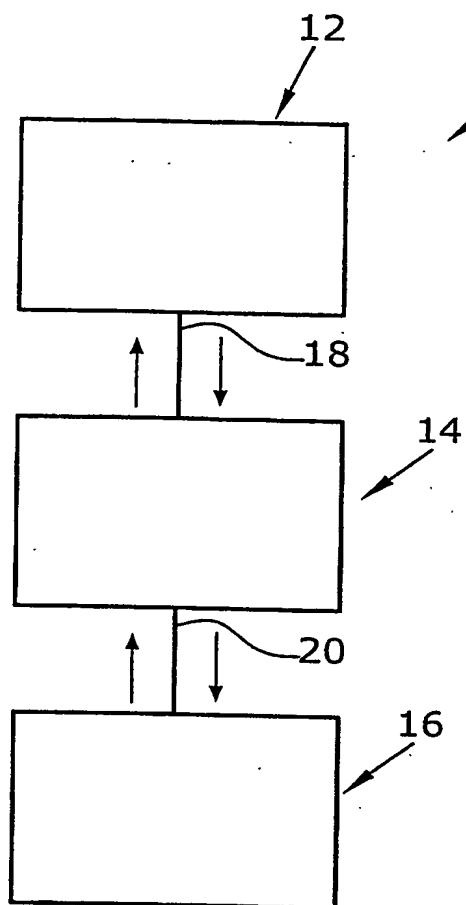


Fig.1

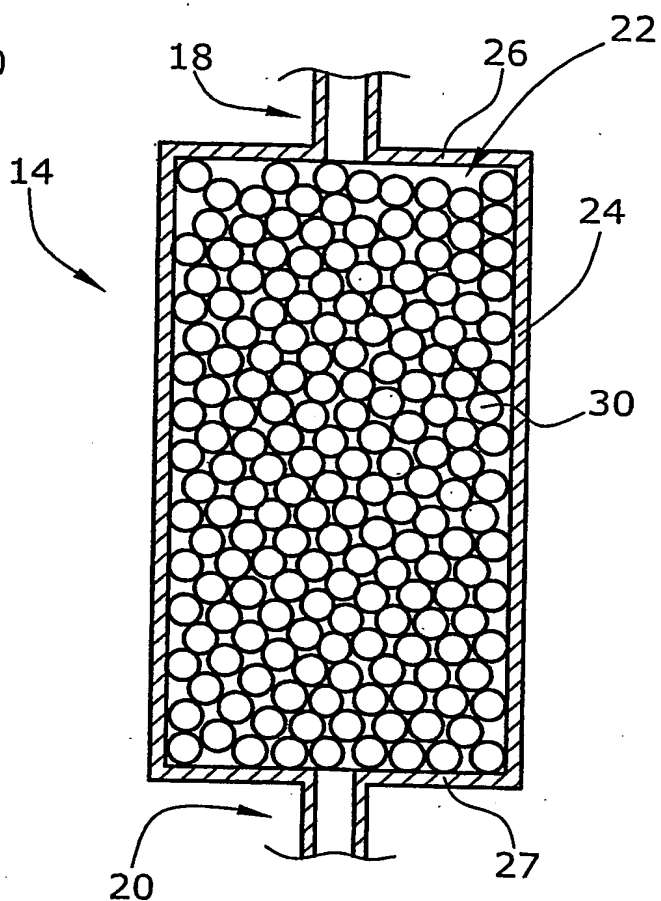


Fig.2

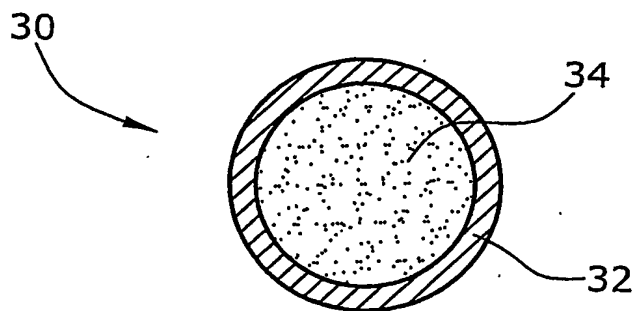


Fig.3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
**PCT/EP2004/003944**

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F25B9/14 F28D20/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F25B F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 304 999 A (WARD DEREK E) 21 February 1967 (1967-02-21) column 2, line 37 - line 59; figures	1, 3-6, 11
X	US 4 359 872 A (GOLDOWSKY MICHAEL P) 23 November 1982 (1982-11-23) cited in the application column 5, line 27 - line 49	1, 2, 4, 7, 11, 12
X	DE 100 39 320 A (INST FUEGETECHNIK UND WERKSTOF) 7 March 2002 (2002-03-07) column 3, line 30 - line 37 column 4, line 61 - line 67	1, 7-9
X	DE 196 14 022 C (ROTTOLIN WERK JULIUS ROTTER & ; YMOS AG (DE)) 28 August 1997 (1997-08-28) column 3, line 6 - line 10; figures	10
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 August 2004

Date of mailing of the international search report

26/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mootz, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/003944

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 678 992 A (DANIELS ALEXANDER) 25 July 1972 (1972-07-25) the whole document	1-12
A	US 4 809 771 A (MAHEFKEY EDWARD T ET AL) 7 March 1989 (1989-03-07) abstract; figures	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2004/003944

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3304999	A	21-02-1967	GB 1022404 A FR 1416232 A NL 6414064 A	16-03-1966 29-10-1965 07-06-1965
US 4359872	A	23-11-1982	NONE	
DE 10039320	A	07-03-2002	DE 10039320 A1	07-03-2002
DE 19614022	C	28-08-1997	DE 19614022 C1 EP 0801094 A2	28-08-1997 15-10-1997
US 3678992	A	25-07-1972	NONE	
US 4809771	A	07-03-1989	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/003944

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F25B9/14 F28D20/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F25B F28D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 304 999 A (WARD DEREK E) 21. Februar 1967 (1967-02-21) Spalte 2, Zeile 37 - Zeile 59; Abbildungen	1, 3-6, 11
X	US 4 359 872 A (GOLDOWSKY MICHAEL P) 23. November 1982 (1982-11-23) in der Anmeldung erwähnt Spalte 5, Zeile 27 - Zeile 49	1, 2, 4, 7, 11, 12
X	DE 100 39 320 A (INST FUEGETEchnik UND WERKSTOF) 7. März 2002 (2002-03-07) Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 37 Spalte 4, Zeile 61 - Zeile 67	1, 7-9
X	DE 196 14 022 C (ROTTOLIN WERK JULIUS ROTTER & ; YMOS AG (DE)) 28. August 1997 (1997-08-28) Spalte 3, Zeile 6 - Zeile 10; Abbildungen	10
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
  - \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. August 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/08/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mootz, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/003944

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 678 992 A (DANIELS ALEXANDER) 25. Juli 1972 (1972-07-25) das ganze Dokument -----	1-12
A	US 4 809 771 A (MAHEFKEY EDWARD T ET AL) 7. März 1989 (1989-03-07) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/003944

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3304999	A	21-02-1967	GB 1022404 A FR 1416232 A NL 6414064 A	16-03-1966 29-10-1965 07-06-1965
US 4359872	A	23-11-1982	KEINE	
DE 10039320	A	07-03-2002	DE 10039320 A1	07-03-2002
DE 19614022	C	28-08-1997	DE 19614022 C1 EP 0801094 A2	28-08-1997 15-10-1997
US 3678992	A	25-07-1972	KEINE	
US 4809771	A	07-03-1989	KEINE	